

51

Int. Cl. 2:

G 06 F 3/04

19 BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



DE 28 42 603 A 1

11

Offenlegungsschrift 28 42 603

21

Aktenzeichen:

P 28 42 603.1-53

22

Anmeldetag:

29. 9. 78

43

Offenlegungstag:

3. 4. 80

30

Unionspriorität:

32 33 31

54

Bezeichnung:

Schnittstelle zwischen einem Wartungsprozessor und einer Mehrzahl einzeln zu prüfender Funktionseinheiten eines datenverarbeitenden Systems

71

Anmelder:

Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München

72

Erfinder:

Haas, Hans, Dipl.-Phys., 8000 München; Dietl, Erich, Dipl.-Ing., 8200 Rosenheim

Prüfungsantrag gem. § 28 b PatG ist gestellt

DE 28 42 603 A 1

Patentansprüche

1. Schnittstelle zwischen einem Wartungsprozessor und einer Mehrzahl einzeln zu prüfender Funktionseinheiten eines datenverarbeitenden Systems zum bidirektionalen Übertragen von Daten- und Steuersignalen beim Ausführen von durch
- 5 den Wartungsprozessor gesteuerten und durch Zugriffe zu Registern und Datensammelwegen in einer ausgewählten Funktionseinheit gekennzeichneten Wartungsoperationen, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß jeder Schnittstellenanschluß (SI) zu einer Funktionseinheit
- 10 (FUJ) unabhängig von deren Funktionsumfang identisch ausgebildet ist, über den in beiden Richtungen bitseriell Datensignale (DAO, DAI), begleitet von Taktsignalen (CLO bzw. CLI) mit einem gesicherten Übertragungsverfahren und zusätzlich uncodiert nur Notsignale (SRQ, RES) übertragen
- 15 werden und daß in jeder Funktionseinheit ein ebenso einheitlich ausgebildeter Schnittstellenadapter (SIA) vorgesehen ist, der als Umcodierer und Zwischenspeicher für Steuer- und Dateninformationen zu und von der Funktionseinheit dient, dessen interne Schnittstelle (FIF) zur
- 20 Funktionseinheit deshalb wesentlich breiter als die interne Schnittstelle zum Wartungsprozessor (SVP) ausgelegt und an die Struktur der parallelen Datenwege (z. B. BUS) in den Funktionseinheiten angepaßt ist und der den Informationsaustausch über die interne Schnittstelle mit
- 25 Strobeimpulsen (SCOM, SDAT, STRANS, SSHIFT) steuert.
2. Verfahren zum Durchführen von Wartungsoperationen über eine Schnittstelle nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß zur bitseriellen Übertragung
- 30 von Datensignalen (DAO, DAI) über den Schnittstellenanschluß (SI) in jeder Übertragungsrichtung Taktsignale (CLO, CLI) gesondert geführt werden, wobei aus dem vom Wartungsprozessor (SVP) abgegebenen Ausgangstaktsignal (CLO) das in Gegenrichtung Übertragene Eingangstaktsignal

(CLI) abgeleitet wird und daß die Datenelemente zum Übertragen in Impulspaare umgewandelt werden, dessen Flanken jeweils mit einer der beiden Flanken des zugehörigen Taktsignals synchronisiert sind, wobei jedes Impulspaar bei
5 jeder der anderen Flanken des Taktsignals ausgewertet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Taktfrequenz des Ausgangstaktes (CLO) unterhalb einer vorgegebenen Maximalfrequenz wählbar
10 ist und dabei auch Taktpausen zulässig sind.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 oder 3, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß innerhalb eines Impulspaars ein Zustandswechsel von niedrigem auf hohen Pegel
15 ein Datenelement mit dem einen binären Zustand, ein umgekehrter Zustandswechsel ein Datenelement mit dem anderen binären Zustand festlegt und daß von den beiden anderen möglichen Impulspaaren ohne Zustandswechsel nur eines als Sonderzeichen (S) zulässig ist.
20

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Datenelemente blockweise, eingeleitet durch eine aus mehreren Impulspaaren bestehende Kopfsequenz (KS), mit einer variablen Länge des
25 Textteils (TX) und abgeschlossen durch eine eindeutig unterscheidbare Endesequenz (ES) übertragen werden.

6. Verfahren nach Anspruch 4 und 5, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Endesequenz (ES) zur
30 eindeutigen Unterscheidung von Datenelementen des Textteils (TX) Sonderzeichen (S) enthält, die nur dort verwendet werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß Wartungsoperationen aus
35 drei vom Wartungsprozessor (SVP) ausgesandten, durch unter-

schiedlich ausgebildete Kopfsequenzen (KS) unterscheidbaren und durch identische Endesequenzen (ES) abgeschlossenen Sendungen gebildet werden, von denen innerhalb einer Wartungsoperation immer zunächst eine Befehlssendung (CMD) zum Ein-
 5 stellen von Funktionen im Schnittstellenadapter (SIA) bzw. der angeschlossenen Funktionseinheit (FUj) einer Datensendung (DTS) oder einer Leerrahmensendung (BLK) vorausgeht und mit letzterer der Wartungsprozessor (SVP) eine Datensendung aus dem Schnittstellenadapter (SIA) einleitet und daß die
 10 vom Wartungsprozessor zum Schnittstellenadapter zusammen mit dem Ausgangstaktsignal (CLO) übertragenen Sendungen in Gegenrichtung zusammen mit dem abgeleiteten Eingangstaktsignal (CLI) rückübertragen werden, wobei vom Schnittstellenadapter bei einem vom Wartungsprozessor angeforderten Daten-
 15 transport in den Textteil (TX) mit Datenelementen "ø" einer Leerrahmensendung die bereitgestellten Datenelemente codiert eingesetzt werden.

(8) Schnittstellenadapter in einer Schnittstelle nach An-
 20 spruch 1 bzw. als Schaltungsanordnung zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 2 bis 7, g e -
 k e n n z e i c h n e t durch eine Zeitsteuereinheit (CTU) mit einem prozessorseitigen Anschluß zum Zuführen des Ausgangstaktsignals (CLO) an ein invertierendes Ver-
 25 knüpfungsglied (NOR1), an dessen Ausgang das abgeleitete Eingangstaktsignal (CLI) abgegeben wird, mit einem Satz von durch das Ausgangstaktsignal getakteten und durch empfangene Datensignale (DAO) einstellbaren Zustands-
 flipflops(SFF) und mit einem Strobegenerator (SG), der
 30 abhängig vom Zustand ausgewählter Zustandsflipflops Strobeimpulse (SCOM, SDAT, STRANS, SSHIFT) zum Steuern des Datenaustausches mit der Funktionseinheit erzeugt, durch eine Ein-/Ausgabeeinheit (IOU) mit prozessorseitigen Anschlüssen für die seriellen Datenausgangs- und Datenein-
 35 gangssignale(DAO bzw. DAI), an die eine Datenempfangsschaltung (DIP) zum Decodieren der codiert übertragenen

- Datenausgangssignale (DAO), mit einer Datensendeschal-
 tung (DOP) zum Verschlüsseln der zu übertragenden Dateneingangs-
 signale (DAI) und mit Zwischenspeicherregistern (COMR,
 STAR) zum Zwischenspeichern parallel an die angeschlossene
 5 Funktionseinheit (FUj) auszugebender bzw. parallel von der
 Funktionseinheit empfangener Wartungsinformation^{en} (COMR_i;
 i = 1 bis 15, STAT_m; m = 0 bis 7) und durch eine Fehler-
 erkennungseinheit (ERU) mit einem logischen Fehlererkennungs-
 netzwerk (ENW) zum Überprüfen der prozessorseitig empfangenen
 10 bzw. abzugebenden Sendungen (DTS, CMD, BLK) aufgrund der
 Redundanz des Übertragungsverfahrens und mit Fehlerflip-
 flops (EFF1, EFF2), die an dieses Netzwerk bzw. an einen in-
 ternen Schnittstellenanschluß für ein Anforderungssignal
 (RTOSVP) bei einem in der Funktionseinheit erkannten Fehler
 15. angeschlossen und deren Ausgänge logisch verknüpft an einen
 prozessorseitigen Anschluß für das an den Wartungsprozessor
 (SVP) zu übertragende Notsignal (SRQ) angeschlossen sind.
9. Schnittstellenadapter nach Anspruch 8, d a d u r c h
 20 g e k e n n z e i c h n e t, daß eines der in der Ein-/Aus-
 gabeeinheit (IOU) angeordneten Register als ein Befehlsre-
 gister (COMR) verwendet ist, in das bei einer Befehls-
 sendung (CMD) die entschlüsselten Datenelemente des Text-
 teils (TX) aus der Datenempfangsschaltung (DIP) übernom-
 25 men werden und dessen Ausgänge zur Übergabe der Befehls-
 signale (COMR_i) parallel an die interne Schnittstelle (FIF)
 zur Funktionseinheit (FUj) angeschlossen sind, daß ein
 weiteres Register als Statusregister (STAR) vorgesehen ist,
 dessen parallelen Eingängen Statussignale (STAT_m) der
 30 Funktionseinheit zuführbar sind und dessen serieller Aus-
 gang mit der Datensendeschal- tung (DOP) verbunden ist.
10. Schnittstellenadapter nach Anspruch 8 oder 9, d a -
 d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Ausgang
 35 der Datenempfangsschaltung (DIP) weiterhin mit einem An-
 schluß der internen Schnittstelle (FIF) zur Funktionseinheit

(FUj) zum bitseriellen Übertragen von Datensignalen (DFRSVP) vom Wartungsprozessor (SVP) zur Funktionseinheit und der Eingang der Datensendeschtaltung (DOP) mit einem Anschluß der internen Schnittstelle zum bitseriellen Übertragen von
5 Datensignalen (DTOSVP) von der Funktionseinheit zum Wartungsprozessor verbunden sind.

11. Schnittstellenadapter nach Anspruch 10, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, daß der Strobegenerator (SG)
10 in der Zeitsteuereinheit (CTU) derart ausgebildet ist, daß er aus dem Zustand der Zustandsflipflops (SFF) vier Strobeimpulse zum Steuern des Datentransfers über die interne Schnittstelle (FIF) zur Funktionseinheit (FUj) ableitet, von denen der erste Strobeimpuls (SCOM) den Inhalt des
15 Befehlsregisters (COMR) für die Funktionseinheit als gültig kennzeichnet, ein zweiter Strobeimpuls (STRANS) einer bitseriellen Dateneingabe über den Eingang für Datensignale (DTOSVP) zum Wartungsprozessor (SVP) vorausgeht, ein weiterer Strobeimpuls (SDAT) eine bitserielle Datenein- oder
20 Datenausgabe abschließt und der letzte Strobeimpuls (SSHIFT) jeweils die bitweise Übernahme bzw. Übergabe eines Datenelements markiert.

12. Schnittstellenadapter nach einem der Ansprüche 8 bis 11,
25 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß zum Prüfen einer einwandfreien Funktion alle seine wesentlichen Flipflops, insbesondere des Statusregisters (STAR), Zustandsflipflops (SFF) und des Befehlsregisters (COMR) zu einem durch einen extern zugeführten Testschiebeimpuls zu steuernden und durch einen ebenso extern zugeführten Testtaktimpuls getakteten Schieberegister zusammen-
30 schaltbar sind und daß dieses Schieberegister einen gesonderten Dateneingang (STARTE) bzw. -ausgang (COMR15) besitzt und damit von außen der Zustand aller angeschlossenen Flipflops
35 einstellbar bzw. abfragbar ist.

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
Berlin und München

Unser Zeichen
VPA 78 P 2071 BRD

Schnittstelle zwischen einem Wartungsprozessor und einer Mehrzahl einzeln zu prüfender Funktionseinheiten eines datenverarbeitenden Systems.

- Die Erfindung bezieht sich auf eine Schnittstelle zwischen einem Wartungsprozessor und einer Mehrzahl einzeln zu prüfender Funktionseinheiten eines datenverarbeitenden Systems zum bidirektionalen Übertragen von Daten- und
- 5 Steuersignalen beim Ausführen von durch den Wartungsprozessor gesteuerten und durch Zugriffe zu Registern und Datensammelwegen in einer ausgewählten Funktionseinheit gekennzeichneten Wartungsoperationen.
- 10 Mit immer komplexer werdenden datenverarbeitenden Systemen ist auch die Notwendigkeit gestiegen, Fehler im Betriebsverhalten solcher Systeme zu erkennen und durch Testroutinen die Fehlerquelle zu ermitteln. Dabei wird das Prinzip der Modularität in solchen Datenverarbeitungssystemen
- 15 systemen immer mehr verwirklicht, indem eine wachsende Anzahl von Funktionseinheiten mehr oder minder selbständig Teilfunktionen übernimmt, so daß sich auch der Umfang solcher Testroutinen erweitert hat.

30. 9. 1978/Go 1 Fd1

030014/0519

Dies schlägt sich bei bekannten Datenverarbeitungssystemen in umfangreichen Wartungsfeldern nieder, wie z. B. in der US-Patentschrift 35 76 541 beschrieben ist. Diese können wiederum soweit autonom sein, daß sie selbst Prozessor-

5 eigenschaften besitzen. In diesen bekannten Datenverarbeitungssystemen ist ein Wartungsprozessor vorgesehen, der selbständig Zugriff zum Hauptspeicher des datenverarbeitenden Systems hat, in den für Testroutinen Testprogramme aus einem peripheren Magnetband zu laden sind. Der Wartungs-

10 prozessor ist während einer Prüfroutine selektiv mit einer von mehreren zu überprüfenden Funktionseinheiten des datenverarbeitenden Systems verbunden, wie z. B. einem Prozessor oder einer peripheren Steuereinheit.

15 Während einer Testroutine werden aus einem definierten Speicherbereich des Hauptspeichers Testprogramme seriell gelesen und vom Wartungsprozessor ausgeführt. Die Testroutine läuft so lange ab, bis das Ergebnis eines ausgeführten Befehls einen erkannten Fehler anzeigt und/oder

20 ein solcher Fehler in der getesteten Funktionseinheit lokalisiert ist .

Eine Testoperation besteht bei den bekannten Systemen im wesentlichen darin, eine definierte Anzahl von Flipflops

25 in der zu testenden Funktionseinheit zunächst in einen bestimmten Zustand zu setzen, danach den effektiven Betriebszustand dieser Flipflops abzufragen und mit einem vorgegebenen Status zu vergleichen. Die Schnittstelle zwischen dem Wartungsprozessor und der zu testenden Funktionseinheit

30 ist dabei derart ausgelegt, daß die zu einer Testoperation bzw. einem Teil davon gehörenden Signale jeweils über festgeschaltete Leitungen parallel übertragen werden können. Um die Vielzahl der wesentlichen Steuerflipflops z. B. in einem Prozessor adressieren zu können, ist jeweils an

35 der Schnittstelle des Wartungsprozessors eine Auswahlmatrix vorgesehen, die nur die Zuleitungen zu ausge-

- 8 -

- 7 -

VPA 78 P 2071 BRD

wählten Flipflops zum Wartungsprozessor durchschaltet.

Daraus ist zu erkennen, daß die Schnittstelle zwischen dem Wartungsprozessor und der zu testenden Funktionseinheit sehr breit angelegt ist und auch an die unterschiedlichen Eigenschaften der zu testenden Funktionseinheit angepaßt sein muß. Eine derart breite und individuell ausgebildete Schnittstelle birgt jedoch in sich selbst bereits wieder eine kritische Fehlerquelle. Außerdem wird der Hardwareaufwand für die Testroutine sehr groß, die Schnittstelle selbst kann nicht standardisiert sein, sie ist also nicht flexibel an unterschiedliche Anwendungsfälle anpaßbar. So wird also mit verhältnismäßig hohem Aufwand ein nur bedingt brauchbares Ergebnis erzielt. Dabei ist zu bedenken, daß in größeren datenverarbeitenden Systemen bei entsprechender Struktur eine Vielzahl solcher Funktionseinheiten autonom zu testen sein soll und die Wartungsschnittstelle zur "Hardcore" gezählt wird, d. h. sogar noch im Fehlerfall funktionsfähig sein muß, wenn Wartungsaufgaben durchzuführen sind.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Wartungsschnittstelle der eingangs genannten Art zu schaffen, die folgende Bedingungen erfüllt:

- a) sie muß aufwandsarm sein, da sie sehr viele Teilnehmer haben kann,
- b) sie muß eine hohe Verfügbarkeit haben, da sie auch in den meisten Fehlerfällen noch funktionsfähig sein soll,
- c) sie darf von der zu testenden Funktionseinheit, die ihrerseits beliebig defekt sein kann, nur ein Minimum an Funktionen voraussetzen und
- d) sie muß so ausgelegt sein, daß sie an unterschiedliche Anforderungen bei Wartungsaufgaben einzelner Funktionseinheiten anzupassen ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß jeder Schnittstellenanschluß zu einer Funktionseinheit unabhängig von deren Funktionsumfang identisch ausgebildet ist, über den in beiden Richtungen bitseriell
5 Datensignale, begleitet von Taktsignalen mit einem gesicherten Übertragungsverfahren und zusätzlich uncodiert nur Notsignale übertragen werden und daß in jeder Funktionseinheit ein ebenso einheitlich ausgebildeter Schnittstellenadapter vorgesehen ist, der als Umcodierer und Zwischen-
10 speicher für Steuer- und Dateninformation zu und von der Funktionseinheit dient, dessen interne Schnittstelle zur Funktionseinheit deshalb wesentlich breiter als die interne Schnittstelle zum Wartungsprozessor ausgelegt und an die Struktur der parallelen Datenwege in den Funktionsein-
15 heiten angepaßt ist und der den Informationsaustausch über die interne Schnittstelle mit Strobeimpulsen steuert.

Diese Lösung hat den Vorteil, daß die Wartungsschnittstelle nicht nur standardisiert, also für alle Funktionseinheiten einheitlich, sondern darüber hinaus auch so
20 schmal wie möglich gehalten ist. Das beruht darauf, daß Informationen über diese Schnittstelle in beiden Richtungen bitseriell über Datenleitungen übertragen werden, die von richtungsabhängigen Taktsignalen begleitet sind. Dabei ist
25 ein codiertes, also gesichertes Übertragungsverfahren verwendet, das wegen seiner Redundanz alle Einzelfehler und die meisten Mehrfachfehler bei der Übertragung selbst bzw. der Datenübernahme in die Empfangsschaltungen zu erkennen erlaubt. Die Übertragungsprozedur ist dabei so ausgelegt,
30 daß der Wartungsprozessor in jedem Fall die Prozedur steuert, die zu testenden Funktionseinheiten also nur auf Anforderungen reagieren.

Dabei ist die Schnittstelle völlig transparent in bezug
35 auf die Nachrichtenlänge und auch die Art der zu übertragenden Informationen, was ihre Flexibilität erbringt. Dies gilt insbesondere auch hinsichtlich der Datenübertragungs-

geschwindigkeit, die bei verschiedenen Funktionseinheiten durchaus um Größenordnungen voneinander abweichen kann.

- Uncodiert werden nur wenige Signale über die Schnittstelle zwischen dem Wartungsprozessor und der zu testen-
- 5 den Funktionseinheit ausgetauscht. Solche "Notsignale" können nicht codiert übertragen werden, da sie nur ein Minimum an Funktionsfähigkeit der angeschlossenen Funktionseinheit voraussetzen dürfen. Diese Signale, hier ein Anforderungssignal einer gestörten Funktionseinheit an
- 10 den Wartungsprozessor und ein Rücksetzsignal des Wartungsprozessors an die Funktionseinheit, das ein hartes Rücksetzen der wesentlichen Schaltungen dieser Funktionseinheit gestattet, sind generell bei allen Funktionseinheiten in gleicher Weise definiert, so daß auch diese beiden ge-
- 15 sondert übertragenen Signale keine Einbuße an Flexibilität der Schnittstelle bedeuten.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt:

- 20 Fig. 1 ein Blockschaltbild einer Wartungsschnittstelle zwischen Funktionseinheiten und einem Wartungsprozessor einer datenverarbeitenden Anlage,
- Fig. 2 anhand von Impulsdigrammen den prinzipiellen Aufbau der über die Schnittstelle übertragenen Takt- bzw. Datensignale,
- 25 Fig. 3 ein Blockschaltbild für einen integrierten Schnittstellenadapter, der in jede Funktionseinheit eingebaut ist,
- Fig. 4 in Form von Impulsdigrammen ein Beispiel für den Ablauf des Nachrichtenaustausches über die Schnitt-
- 30 stelle und
- Fig. 5 ein Blockschaltbild eines über einen Parallelbus erreichbaren Registersatzes als Beispiel für eine zu testende Funktionseinheit.

35

In dem in Fig. 1 dargestellten Prinzipschaltbild einer

- Wartungsschnittstelle sind eine Reihe von Funktionseinheiten FU1, FU2...FUj einer datenverarbeitenden Anlage schematisch angedeutet. Die Wirkungsweise und der Zweck der einzelnen Funktionseinheiten eines solchen datenver-
- 5 arbeitenden Systems sind im vorliegenden Zusammenhang ohne besondere Bedeutung. Deshalb sei hier nur angedeutet, daß darunter Einheiten der datenverarbeitenden Anlage verstanden werden, die selbständig bestimmte Funktionen übernehmen und deshalb auch für sich auf ihre einwand-
- 10 freie Funktion durch einen Wartungsprozessor SVP überwacht werden sollen. Als Beispiele für solche Funktionseinheiten seien hier nur das Primärspeichersystem, Verarbeitungseinheiten oder Ein-/Ausgabeeinheiten der datenverarbeitenden Anlage genannt. Die Wartungsschnittstelle zwischen diesen
- 15 Funktionseinheiten FU1...FUj und dem Wartungsprozessor SVP ist durch Schnittstellenleitungen SI angedeutet, die über eine Koordinatorschaltung PSC an ein Ein-/Ausgabator SIP des Wartungsprozessors SVP angeschlossen sind.
- 20 Die Koordinatorschaltung PSC enthält im wesentlichen einen Schnittstellenmultiplexer SIM, an den über Übertragerbausteine T die Schnittstellenleitungen SI angeschlossen sind. In den einzelnen Funktionseinheiten sind diese Schnittstellenleitungen SI ebenso wieder durch Übertrager-
- 25 bausteine T abgeschlossen und diese mit einem Schnittstellenadapter SIA verbunden. Dieser Schnittstellenadapter, ein hochintegrierter Baustein, der später noch näher erläutert wird, hat im wesentlichen die Aufgabe, den schmalen Schnittstellenanschluß SI in eine
- 30 breitere Schnittstelle zu der angeschlossenen Funktionseinheit FUj so umzusetzen, daß die darüber übertragenen Signale von der Funktionseinheit FU leicht auswertbar sind.
- 35 Der Schnittstellendapater SIA erlaubt, den eigentlichen Schnittstellenanschluß SI so schmal wie möglich zu halten. Dieser Gesichtspunkt ist nicht nur aus Aufwandsgründen

wesentlich, weil z. B. sehr viele Funktionseinheiten FUJ durch den Wartungsprozessor SVP zu überwachen sind, sondern auch aus Gründen der Verfügbarkeit. Denn der Schnittstellenanschluß SI zu einer Funktionseinheit muß auch dann noch funktionsfähig sein, wenn Wartungsaufgaben durchzuführen sind. Über den Schnittstellenanschluß SI werden Informationen in beiden Richtungen bitseriell über Datenleitungen übertragen, die von Taktsignalen begleitet sind. Nur Signale, die nicht codiert übertragen werden können, die sie nur ein Minimum an Funktionsfähigkeit voraussetzen dürfen, werden gesondert übertragen. Über jeden Schnittstellenanschluß SI laufen daher je drei Arten von Signalen in beiden Richtungen: Vom Wartungsprozessor wird ein Ausgangstaktsignal CLO, ein Datenausgangssignal DAO und ein Rücksetzsignal RES über den Schnittstellenanschluß SI abgegeben. In Gegenrichtung werden vom Schnittstellenadapter SIA zum Wartungsprozessor SVP ein aus dem Ausgangstaktsignal CLO abgeleitetes Eingangstaktsignal CLI, ein Dateneingangssignal DAI und ein Anforderungssignal SRQ übertragen.

Aus den in Fig. 2 dargestellten Impulsdiagrammen dieser Schnittstellensignale ist zunächst einmal die Codierung zu entnehmen. Das Ausgangstaktsignal CLO und das Datenausgangssignal DAO bzw. das Eingangstaktsignal CLI und das Dateneingangssignal DAI arbeiten als Takt- und Datensignale eines bitseriellen Übertragungssystems zusammen.

Dabei sind drei Grundelemente, aus denen sich die übertragenen Informationen zusammensetzen, in Fig. 2 dargestellt. Um ein gesichertes Übertragungsverfahren zu schaffen, ist jedes Informationsbit in ein Abtastpaar des Datenausgangssignals DAO bzw. des Dateneingangssignals DAI verschlüsselt. In Fig. 2 sind die dabei zugelassenen Codierungen für die Datensignale dargestellt. Dabei bestimmen jeweils zwei aufeinanderfolgende Vorderflanken der Taktsignale

CLO bzw. CLI die Auswertezeitpunkte für die zugehörigen Datensignale DAO bzw. DAI. Ein Niedrigpegel L mit einem nachfolgenden hohen Pegel H im Datensignal DAO bzw. DAI bedeutet den Zustand "0" des Informationsbits, der umgekehrte Fall definiert den Zustand "1". Eine dritte Kombination mit hohem Pegel H ohne einen Signalwechsel entspricht einem Sonderzeichen S, die vierte mögliche Kombination mit Niedrigpegel L ohne Zustandswechsel ist verboten. Die in dieser Codierung enthaltene Redundanz dient der Möglichkeit, Übertragungsfehler über den Schnittstellenanschluß SI zu erkennen.

Die Empfangsschaltungen im jeweiligen Schnittstellenadapter SIA bzw. dem Wartungsprozessor SVP sind so ausgelegt, daß ein Element dieser Datensignale jeweils mit zwei aufeinanderfolgenden Vorderflanken der Taktsignale CLO bzw. CLI ausgewertet wird. Dabei gelten folgende Zeitbedingungen: Die Taktsignale dürfen eine bestimmte, technologisch bedingte Maximalfrequenz nicht überschreiten, d. h. es ist eine minimale Impulsdauer t_1 bzw. eine minimale Impulsperiode t_2 vorgegeben. Weiterhin darf sich der Zustand eines Datensignals DAO bzw. DAI wegen der nur endlichen Entscheidungsschärfe der Auswerteschaltungen kurz vor bzw. nach dem Auswertezeitpunkt nicht ändern. Die entsprechenden Zeiten t_3 und t_4 für den Vorlauf bzw. den Nachlauf im Datensignal sind in Fig. 2 angedeutet.

Somit ist für die Übertragungsgeschwindigkeit zwar eine technologisch bedingte obere Grenze definiert, das Übertragungsverfahren darf aber unterhalb dieser Maximalfrequenz beliebig langsam sein. Die Empfangsschaltungen werden in ihrem zeitlichen Verhalten nur von den begleitenden Taktsignalen CLO bzw. CLI gesteuert und benötigen selbst keine zeitbestimmenden Glieder. Damit ist das Übertragungsverfahren flexibel auf Funktionseinheiten unterschiedlicher Eigenschaften, gesteuert durch den Wartungs-

- 14 -
- 8 -

VPA

78 P 2 0 7 1 BRD

prozessor SVP, anpaßbar.

Aus den drei Informationselementen "ø", "1" und "S" werden drei verschiedene Typen von Sendungen zusammengesetzt und in den Empfängerschaltungen unterschieden. Dabei gliedert sich eine Sendung immer, wie aus den in Fig. 4 dargestellten und im übrigen später näher erläuterten Impulsdiagrammen zu erkennen ist, in eine Kopfsequenz KS, einen Textteil TX und eine Endesequenz ES. Die aus zwei Informationselementen bestehende Kopfsequenz KS stellt eine Codierung für den Sendungstyp dar. Die Kopfsequenz KS enthält z. B. bei einer Befehlssendung zwei Informationsbits im Zustand "1" und bei einer Daten- bzw. Leerrahmen-sendung zwei Informationsbits im Zustand "ø". Der Textteil TX ist in seiner Länge grundsätzlich variabel, er enthält bei einer Leerrahmensendung jedoch nur Informationselemente "ø". Wegen der variablen Länge des Textteils dient die Endesequenz ES dazu, das Sendungsende zu kennzeichnen und besteht dazu aus zwei aufeinanderfolgenden Sonderzeichen "S" und einem abschließenden Informationselement "1".

Befehlssendungen CMD dienen der Übermittlung von Wartungsbefehlen vom Wartungsprozessor SVP an die entsprechende Funktionseinheit FUj bzw. an den dieser Funktionseinheit zugeordneten Schnittstellenadapter SIA. Sie gehen deshalb immer vom Wartungsprozessor SVP aus und werden im entsprechenden Schnittstellenadapter SIA ausgewertet, gleichzeitig aber zur Kontrolle unverändert als Dateneingangssignale DAI zusammen mit dem Eingangstaktsignal CLI zum Wartungsprozessor SVP zurückgesendet.

An eine solche Befehlssendung können sich Datensendungen DTS anschließen, mit denen der Wartungsprozessor SVP Daten an eine Funktionseinheit FUj übermittelt. Auch solche Datensendungen werden vom zugeordneten Schnittstellenadapter SIA ausgewertet und gleichzeitig zur Kontrolle unverändert

analog zur Befehlssendung zum Wartungsprozessor SVP zurückgesendet.

- 5 Eine Leerrahmensendung BLK bietet dem zugeordneten Schnittstellenadapter SIA die Möglichkeit, auf einfache Weise eine Datensendung zum Wartungsprozessor SVP zu generieren. Empfängt der Schnittstellenadapter SIA vom Wartungsprozessor eine solche Leerrahmensendung BLK, so bleiben Kopf- und Endesequenz KS bzw. ES unverändert. An die Stelle der
- 10 Informationselemente " ϕ " im Textteil werden nun aber durch den Schnittstellenadapter SIA von der Funktionseinheit FUj angebotene Daten mit der entsprechenden paarweisen Verschlüsselung eingesetzt.
- 15 Mit diesen drei Sendungstypen lassen sich alle Wartungsoperationen zusammensetzen, die in der ausgewählten Funktionseinheit FUj, angestoßen vom Wartungsprozessor SVP, auszuführen sind. Wird dabei ein bidirektionales Übertragungsverfahren gewählt, bei dem Signale auf einer verdrehten
- 20 Leitung gleichzeitig in beiden Richtungen übertragen werden können, dann benötigt der Schnittstellenanschluß SI nur drei Leitungen für die Übertragung der Taktsignale CLO bzw. CLI, der Datensignale DAP bzw. DAI und des Rücksetzsignals RES bzw. des Anforderungssignals SRQ.
- 25 Vorstehend wurde bereits deutlich, daß sich ein so einfacher Schnittstellenanschluß SI nur mit einem entsprechenden Schnittstellenadapter SIA in den an den Wartungsprozessor SVP angeschlossenen Funktionseinheiten FUj der datenverarbeitenden Anlage verwirklichen läßt. Ein Blockschalt-
- 30 bild eines solchen Schnittstellenadapters SIA, der sich als LSI-Schaltkreis realisieren läßt, ist in Fig. 3 dargestellt. Dieses Blockschaltbild gliedert sich in drei Teile, eine Zeitsteuereinheit CTO, eine Ein-/Ausgabeeinheit
- 35 IOU und eine Fehlererkennungseinheit ERU.

Die Zeitsteuereinheit CTU empfängt vom Wartungsprozessor SVP das Ausgangstaktsignal CLO und setzt es in einem ersten NOR-Glied NOR1 in das Eingangstaktsignal CLI um.

Das Ausgangstaktsignal CLO des Wartungsprozessors SVP
5 wird in der Zeitsteuereinheit CTU einem Satz von Zustands-
Flipflops SFF zugeführt, der in Fig. 3 nur schematisch
angedeutet ist.

Zu diesen Zustandsflipflops SFF gehören zunächst zwei im
10 einzelnen nicht dargestellte Taktflipflops TP1 und TP2,
deren Funktion in Tabelle 1 kurz gefaßt ist:

Tabelle 1			TP1	TP2
15	Takt		CLO ↑	CLO ↓
	Setzen	$\overline{TP1} \cdot (\overline{S2} + DAO)$		TP1
	Rücksetzen		RES	RES

Dies besagt, daß die Taktflipflops TP1 bzw. TP2 mit der
20 ansteigenden bzw. abfallenden Flanke des Ausgangstakt-
signals CLO getaktet sind, einen D-Eingang besitzen, dem
das angegebene Setzsignal zugeführt wird und durch das
Rücksetzsignal RES des Wartungsprozessors SVP hart zurück-
gesetzt werden.

25 Aus dem Zustand dieser Taktflipflops TP1 bzw. TP2 werden
interne Taktsignale CL1 bzw. CL2 des Schnittstellenadapters
SIA abgeleitet:

(1) $CL1 = TP \cdot \overline{TP2}$

30 (2) $CL2 = TP2 \cdot \overline{TP1}$

Zwei weitere Zustandsflipflops dienen der Erkennung einer
Endesequenz ES, ihre Betriebsweise ist analog schematisch
in Tabelle 2 angegeben:

Tabelle 2

	S1	S2
Takt	CL2↑	CL2↑
5 Setzen	DOUT · DAO	S1 · DOUT · DAO
Rücksetzen	RES	RES

Da im Schnittstellenadapter SIA die Sendungstypen unterschieden werden müssen, sind dafür zwei weitere Zustands-
 10 flipflops CMESS bzw. DMESS vorgesehen, deren Funktion in Tabelle 3 kurz erläutert ist:

Tabelle 3

	CMESS	DMESS
15 Takt	CL2↑	CL2↑
Setzen	$\overline{\text{CMESS}} \cdot \overline{\text{DMESS}} \cdot \text{DOUT} +$ $+ \text{CMESS} \cdot \text{S2}$	$\overline{\text{CMESS}} \cdot \overline{\text{DMESS}} \cdot \text{DOUT} +$ $+ \text{DMESS} \cdot \overline{\text{S2}}$
20 Rücksetzen	RES	RES

Das eine dieser beiden Zustandsflipflops CMESS kennzeichnet eine Befehlssendung. CMD, das andere Flipflop DMESS eine
 25 Datensendung DTS, insbesondere also auch eine Leerrahmensendung BLK.

Zwei weitere Zustandsflipflos SHIFT1 bzw. SHIFT2 kennzeichnen bestimmte Zeitphasen während einer dieser
 Sendungen entsprechend der Kurzerläuterung in Tabelle 4:

Tabelle 4

	SHIFT1	SHIFT2
Takt	CL2↑	CL2↑
35 Setzen (CMESS+DMESS).	$\overline{\text{S2}}$	$\text{SHIFT1} \cdot (\overline{\text{S1}} + \text{DOUT} \cdot \text{DAO})$
Rücksetzen	RES	RES

Zu den Zustandsflipflops SFF gehört weiterhin ein Merkerflipflop CMESSD für die Endesequenz ES einer Befehlssendung CMD, in seiner Funktion schematisch erläutert in Tabelle 5:

5

Tabelle 5

	CMESSD
Takt	CL2↑
Setzen	CMESS

10

Vor allem aus dem Zustand dieser Flipflops werden Ansteuer-signale für einen Strobe-Generator SG abgeleitet, der im wesentlichen ebenfalls aus einer Reihe von Flipflop-Schaltungen besteht und über eine Schnittstelle FIF zur angeschlossenen Funktionseinheit eine Reihe von Strobeimpulsen abgibt. Die Bedeutung und das Zustandekommen dieser Strobeimpulse, sowie eines weiteren Schiebeimpulses SHIFT, der direkt von den Zustands-Flipflops SSF über die Schnittstelle FIF an die Funktionseinheit abgegeben wird, werden nachstehend erläutert.

20

Ein erster Strobeimpuls SCOM erklärt gegenüber der angeschlossenen Funktionseinheit FUj einen in den Schnittstellenadapter übernommenen Wartungsbefehl für gültig. Er tritt immer dann auf, wenn aufgrund des Funktionszustandes der Zustandsflipflops SFF folgende logische Bedingung erfüllt ist:

25

$$(3) \text{ SCOM} = \text{CL2} \cdot \overline{\text{COMR0}}_{\text{das}} \cdot \text{CMESS} \cdot \text{CMESSD} \cdot \overline{\text{ERRM}}$$

Dabei gilt: CL2 ist eine interne Taktsignal (s. Gleichung (2))

30

$\overline{\text{COMR0}}$ kennzeichnet - wie noch erläutert wird -, daß der im Schnittstellenadapter SIA zwischen- gespeicherte Befehl für die angeschlossene Funktionseinheit FUj, nicht jedoch für den Schnittstellenadapter SIA selbst gilt.

35

CMESS, CMESSD sind, s. Tabelle 3 bzw. 5, Signale

von Zustandsflipflops SFF zum Kennzeichnen bestimmter Zeitphasen am Ende einer Befehlssendung.

- 5 ERRM läßt den Strobeimpuls SCOM nicht zu, wenn vorher bereits ein Übertragungsfehler erkannt und gespeichert wurde, wie noch erläutert wird.

Ein zweiter Strobeimpuls STRANS dient dazu, einen Transfer
10 des Inhalts eines durch einen Wartungsbefehl ausgewählten Registers der angeschlossenen Funktionseinheit FUj einzuleiten. Er wird immer dann gebildet, wenn die Gleichung (4) erfüllt ist:

$$(4) \text{ STRANS} = \text{CL1} \cdot \overline{\text{COMR0}} \cdot \text{COMR1} \cdot \text{DMESS} \cdot \overline{\text{SHIFT1}}$$

- 15 Die Bedeutung dieser Booleschen Gleichung wird deutlich aus der vorstehenden Erläuterung der Zustandsflipflops. COMR1 ist - wie noch erläutert wird - ein Ausgangssignal eines Befehlsregisters COMR, ebenso wie COMR0.

- 20 Ein dritter Strobeimpuls SSHIFT kennzeichnet und löst eine bitserielle Datenein- bzw. Datenausgabe im Schnittstellenadapter SIA als Schiebeimpuls aus. Er ergibt sich aus Gleichung (5):

$$(5) \text{ SSHIFT} = \text{CL2} \cdot \overline{\text{COMR0}} \cdot \text{DMESS} \cdot \text{SHIFT2}.$$

- 25 Eine solche serielle Datenübernahme wird von dem Schiebeimpuls SHIFT begleitet. Er ergibt sich aus Gleichung (6):

$$(6) \text{ SHIFT} = \overline{\text{COMR0}} \cdot \text{DMESS} \cdot \text{SHIFT1}.$$

Ein weiterer wesentlicher Strobeimpuls schließlich ist
30 der Strobeimpuls SDAT. Damit wird die angeschlossene Funktionseinheit FUj in die Lage versetzt, am Ende einer Datenein- oder Datenausgabe eine seriell übernommene Information nun parallel in das eigentliche Zielregister zu übertragen.

Dieser Strobeimpuls SDAT ergibt sich aus der Gleichung (7):

35 (7) $\text{SDAT} = \text{CL2} \cdot \overline{\text{COMR0}} \cdot \text{DMESS} \cdot \overline{\text{CMESS}} \cdot \overline{\text{CMESSD}} \cdot \text{ERRM}$

Nach dieser Erläuterung des Aufbaus der Zeitsteuereinheit CTU- aus Gründen der Übersicht vor allem mit Hilfe von Funktionsgleichungen, aus denen sich die Schaltungsanordnung ohne weiteres ableiten läßt - soll in ähnlicher

- 5 Weise die Ein-/Ausgabeeinheit IOU des Schnittstellenadapters SIA, dargestellt in Fig. 3, beschrieben werden. Sie dient dazu, über eine Datenempfangsschaltung DIP die vom Wartungsprozessor SVP abgegebenen Datenausgangssignale DAO aufzunehmen und zu decodieren. Mit den von dieser Datenempfangsschaltung DIP abgegebenen Signalen werden ausgewählte Flipflops des Satezes von Zustandsflipflops SFF gesetzt. Daneben werden die Ausgangssignale der Datenempfangsschaltung DIP bei einer Befehlssendung des Wartungsprozessors SVP in ein Befehlsregister COMR seriell übertragen. Der Zustand
- 10 der 15 höherwertigen Bitstellen dieses Befehlsregisters wird der angeschlossenen Funktionseinheit über die Schnittstelle FIF mit Befehlssignalen COMR1 bis COMR15 parallel angeboten. Empfängt die Datenempfangsschaltung DIP vom Wartungsprozessor SVP jedoch eine Datensendung, so gibt
- 15 sie diese, decodiert über einen ersten Multiplexer MX1, über die Schnittstelle FIF seriell als Datensignale DFRSVP vom Wartungsprozessor an die Funktionseinheit FUJ aus.

- 25 Die Datenempfangsschaltung DIP besteht im wesentlichen aus einem Datenempfangsflipflop DOUT. Es wird mit der positiven Flanke des ersten internen Taktsignals CL1 getaktet und ist mit seinem D-Eingang an die Leitung für das Datenausgangssignal DAO angeschlossen.

30

Dieser Datenempfangsschaltung DIP entspricht eine Datensendeschialtung DOP, mit der die verschlüsselten Dateneingangssignale DAI zum Wartungsprozessor SVP übertragen werden. Sie enthält ein Datensendeflipflop DIN, das mit

35 der positiven Flanke des Ausgangstaktsignals CLO getaktet wird. An seinem D-Eingang ist folgende logische Bedingung (8) realisiert:

$$(8) \text{ DIN} = \text{FRAME} \cdot \text{DAO} + \overline{\text{FRAME}} \cdot [(\text{COMR}\emptyset \cdot \text{STAR8} + \text{COMR}\emptyset \cdot \text{DTOSVP}) \oplus \text{TP1}]$$

Dabei ist $\overline{\text{FRAME}}$ durch die Boolesche Gleichung (9) definiert:

$$(9) \overline{\text{FRAME}} = \text{COMR1} \cdot \text{DMESS} \cdot \text{SHIFT} \cdot \text{S1} \cdot (\text{DOUT} \cdot \text{DAO}) \cdot (\text{TP2} + \text{DAO})$$

5

Da, wie bereits vorher erläutert, vielfach Sendungen des Wartungsprozessors SVP vom Schnittstellenadapter SIA unmittelbar mit dem Eingangstaktsignal CLI gekoppelt wieder zum Wartungsprozessor übertragen werden, ist die Datenempfangsschaltung DIP - wie in den Gleichungen (8) und (9) ausgedrückt - auch unmittelbar mit der Datensendeschal-

15 Vorstehend wurde bereits angedeutet, daß vom Schnittstellenadapter SIA in dem Textteil TX einer Leerrahmensendung BLK vom Wartungsprozessor SVP abgerufene Datenbitstellen eingefügt werden. Dabei kann es sich um Daten handeln, die von der angeschlossenen Funktionseinheit FUj über die Schnittstelle FIF seriell dem Schnittstellenadapter SIA als Datensignal DTOSVP zum Wartungsprozessor angeboten werden. Es

20 kann sich aber auch um Statussignale STAT0 bis STAT7 handeln, die den Zustand der angeschlossenen Funktionseinheit FUj definieren und über die Schnittstelle FIF parallel in die Ein-/Ausgabeeinheit IOU des Schnittstellenadapters SIA

25 übertragen werden. Diese werden dort in einem Statusregister STAR zusammen mit einem weiteren Statusbit, STATB, dessen Bedeutung noch erläutert wird, gespeichert. Sowohl die Datensignale DTOSVP zum Wartungsprozessor von der Funktionseinheit als auch die Statussignale STAT0 bis STAT8

30 werden seriell über einen zweiten Multiplexer MX2 der Datensendeschalung DOP zugeführt. Diese codiert diese Daten entsprechend dem gewählten Übertragungsverfahren und fügt sie in den Textteil TX einer Leerrahmensendung BLK ein.

35 Von der angeschlossenen Funktionseinheit FUj wird über die Schnittstelle FIF zum Schnittstellenadapter SIA noch ein weiteres Steuersignal WAIT für einen Wartezustand

übertragen. Mit diesem Steuersignal kann die angeschlossene Funktionseinheit FUj den Wartungsprozessor SVP anweisen, zunächst keine weiteren Sendungen auszusenden, da beispielsweise der vorausgegangene Wartungsbefehl noch nicht ausgeführt ist. Für dieses Steuersignal WAIT steht keine eigene Leitung auf dem Schnittstellenanschluß SI zur Verfügung, es wird vielmehr auf der Leitung für die Dateneingangssignale DAI übertragen. Deshalb darf dieses Steuersignal WAIT für einen Wartezustand nur nach Abschluß einer Sendung gesetzt werden und verhindert dann neue Sendungen, indem es den Ausgang der Datensendeschal tung DOP auf einen hohen Pegel setzt.

Das für die Sendungen auf dem Schnittstellenanschluß SI verwendete Doppeltaktverfahren und die Redundanz der Endesequenz ES erlauben die Erkennung aller Einzelfehler der meisten Mehrfachfehler auf dem Schnittstellenanschluß SI. Die Fehlererkennung und die Behandlung wird gemeinsam vom Schnittstellenadapter SIA und vom Wartungsprozessor SVP vorgenommen. Soweit dies den Schnittstellenadapter SIA betrifft, werden die entsprechenden Funktionen in der Fehlererkennungseinheit ERU durchgeführt. Ein nur schematisch angedeutetes Fehlererkennungsnetzwerk ENW, das im wesentlichen aus Vergleicherschaltungen besteht, erkennt in an sich bekannter Weise beispielsweise eine einzelne falsche Abfrage des Dateneingangssignals DAO, wenn der Zustandswechsel bei einem Informationselement "1" bzw. "0" unterbleibt, oder wenn ein Zustandswechsel bei einem Sonderzeichen S auftritt. Außerdem wird ein in unverändertem Zustand mit niedrigem oder hohem Pegel aufrechterhaltenes Datenausgangssignal DAO erkannt. Schließlich können Taktfehler ermittelt werden, die dazu führen, daß eine Abfrage des Datenausgangssignals DAO durch ein verlorenes Ausgangstaktsignal CLO ausgelassen bzw. mit einem zusätzlichen Taktimpuls doppelt abgefragt wird.

Das Fehlererkennungsnetzwerk ENW enthält ein Fehlererkennungs-
flipflop ERR, dessen Funktion in Tabelle 6 kurz gefaßt
dargestellt ist

Tabelle 6

5		ERR
	Takt	CL2↑
	Setzen	$\overline{\text{DOUT}\phi} \cdot \overline{\text{DAO}} +$
		$+ \text{S1} \cdot \overline{\text{DOUT}\phi} +$
10		$+ \text{S1} \cdot \overline{\text{S2}} \cdot \text{DOUT}\phi \cdot \overline{\text{DAO}} +$
		$+ \text{S2} \cdot \text{DOUT}\phi \cdot \text{DAO}$
	Rück- setzen	RES

15 Jede der vier Setzbedingungen gibt einen Fehlerfall wieder.
Dazu gehört noch ein Fehlerspeicherflipflop ERRM, das mit
der in Gleichung (10) ausgedrückten Bedingung gesetzt
wird:

$$(10) \text{ ERRM} = \text{ERR} + \text{S2} \cdot \overline{\text{TP2}} \cdot \overline{\text{CLO}} \cdot \overline{\text{DIN}}$$

20

Der zweite Term in dieser Gleichung ist eine Taktfehlerbe-
dingung, die durch das Fehlererkennungsflipflop ERR nicht
erfaßt werden kann, da an einem Sendungsende wegen des Takt-
fehlers das letzte interne Taktsignal CL2 nicht mehr zustande
25 kommt. Diese Fehler werden spätestens während der Ende-
sequenz ES einer Sendung erkannt. Vom Fehlererkennungsnetz-
werk ENW wird dann ein erstes Fehlerflipflop FFF1 gesetzt
und mit dessen Ausgangssignal über ein erstes ODER-Glied
OR1 an den Wartungsprozessor SVP das Anforderungssignal
30 SRQ zum Rücksetzen abgegeben. Mit dem Fehlersignal ERRM
wird auch das Statussignal STAT8 des Schnittstellenadapters
SIA im Statusregister STAR in den Zustand "1" gesetzt.
Folgt dann anschließend eine durch den Wartungsprozessor
SVP ausgelöste Leseoperation, um den Status der Funktions-
35 einheit FUj und des Schnittstellenadapters SIA festzu-
stellen, dann wird auch dieses Statussignal mit dem Zustand
"1" gelesen. Bei erkannten Fehlern wird auch der Strobe-

generator SG in der Zeitsteuereinheit CTU angesteuert, so daß die Abgabe von Strobeimpulsen zur Steuerung des Datenverkehrs über die Schnittstelle FIF zur angeschlossenen Funktionseinheit FUj verhindert wird.

5

In der Fehlererkennungseinheit ERU ist weiterhin ein zweites Fehlerflipflop EFF vorgesehen. Dieses wird durch ein Anforderungssignal RTOSVP an den Wartungsprozessor SVP durch eine Funktionseinheit FVi gesetzt, wenn diese selbst durch ihre Fehlerüberwachung einen Fehler erkannt hat. Wie das erste Fehlerflipflop FF1 ist auch das zweite Fehlerflipflop EFF2 mit dem ersten ODER-Glied OR1 verbunden, so daß auch dieses Anforderungssignal RTOSVP das Anforderungssignal SRQ an den Wartungsprozessor SVP auslöst.

15

Als Eingangssignal, das vom Wartungsprozessor SVP zur Fehlererkennungseinheit ERU übertragen wird, ist noch das Rücksetzsignal RES angegeben. Mit diesem Rücksetzsignal, das, wie erläutert, über eine eigene Schnittstellenleitung übertragen wird, hat der Wartungsprozessor SVP die Möglichkeit, die wesentlichen, den Datenverkehr über die Schnittstelle FIF zur Funktionseinheit FUj steuernden Schaltungen - wie oben angegeben - im Schnittstellenadapter SIA hart rückzusetzen. Dies wird nach dem Einschalten der Stromversorgung und nach katastrophalen Übertragungsfehlern notwendig, die die Auswertungen von Sendungen im Schnittstellenadapter SIA unmöglich machen.

20

25

Der Schnittstellenadapter SIA selbst, ein hochintegrierter Baustein mit einer Vielzahl von Funktionen, muß in geeigneter Weise testbar sein. Die Testmöglichkeit des vorliegenden Schnittstellenadapters SIA ist dadurch geschaffen, daß alle wesentlichen Flipflops des Schnittstellenadapters SA für Prüfzwecke gelesen und geladen

35

- werden können. Dies wird dadurch erreicht, daß diese Flipflops, insbesondere also auch die des Statusregisters STAR und des Befehlsregisters COMR durch einen in Fig. 3 *nicht* dargestellten Schiebeimpuls im Testbetrieb zu einem
- 5 Schieberegister aneinandergereiht werden. Dieser sogenannte Prüfbus, der nur im Testbetrieb des integrierten Bausteins gebildet wird, wird durch einen eigenen, in diesem Zustand von außen zurückgeführten Taktimpuls getaktet.
- 10 In Fig. 3 ist in diesem Zusammenhang angedeutet, daß über den Ausgang für das Befehlsregister COMR15, der das Ende des Prüfbusses darstellt, der Inhalt dieses Prüfbusses herausgeschoben wird. Ein beliebiges Bitmuster kann über einen zusätzlichen Signaleingang an der Bit-
- 15 stelle "ø" des Statusregisters STAR mit dem Signal STARTE in den Prüfbus hineingeschoben werden. In Fig. 3 ist angedeutet, daß diese beiden Signalanschlüsse des Prüfbusses nicht der Schnittstelle FIF zur angeschlossenen Funktionseinheit FUj angehören.
- 20 Für die nachfolgende Erläuterung der Gesamtabläufe bei einer Wartungsoperation sei nochmals darauf hingewiesen, daß alle Vorgänge vom Wartungsprozessor SVP ausgehend gesteuert werden und also auch die bei ihm eingehenden
- 25 Daten mit einer Ausnahme alle von ihm in dem Schnittstellenadapter SIA abgerufen werden. Diese Ausnahme bezieht sich auf die Fehlermeldung durch den Schnittstellenadapter SIA mit dem Anforderungssignal SRQ.
- 30 Zur Darstellung eines solchen Gesamtablaufes ist in Fig. 4 ein Beispiel für eine Befehlssendung CMD und eine anschließende Leerrahmensendung BLK, die einen Datentransfer von einer ausgewählten Funktionseinheit FUj über den angeschlossenen Schnittstellenadapter SIA zum Wartungs-
- 35 prozessor SVP auslöst, dargestellt. Alle dort dargestellten Impulsdiagramme mit den linksseitig angegebenen Signal-

bezeichnungen stehen zueinander in einem festen Takt-raster, so daß daraus die zeitlichen Abläufe entnehmbar sind.

- 5 Eine Operation beginnt immer mit einer Befehlssendung
CMD durch den Wartungsprozessor SVP an die ausgewählte
Funktionseinheit FUj. Diese Befehlssendung CMD ist
durch eine entsprechende Codierung in ihrer Kopfsequenz
KS definiert. Der Textteil TX der Befehlssendung CMD
10 wird im Schnittstellenadapter SIA in das Befehlsregister
COMR übernommen. Im Beispiel hat das Befehlsregister
COMR 16 Bitstellen, bis auf die niederwertigste Bit-
stelle sind alle Ausgänge des Befehlsregisters über die
Schnittstelle FIF an die Funktionseinheit FUj angeschlos-
15 sen, so daß der Text einer empfangenen Befehlssendung der
Funktionseinheit parallel angeboten wird. Das nieder-
wertigste Textbit wird jedoch im Schnittstellenadapter
SIA nur intern verwendet. Da das Befehlsregister COMR
als Schieberegister ausgebildet wird, werden bei Befehls-
20 sendungen mit kurzen Textteilen TX nur die Bitpositionen
mit den niedrigeren Nummern aufgefüllt, bei langen Text-
teilen wird der Inhalt des Befehlsregisters COMR über
die letzte Bitposition hinausgeschoben. Damit stehen im
Befehlsregister COMR immer nur die 16 letzten Bitstellen
25 eines Textteiles TX.

- Mit dem Inhalt der niederwertigsten Bitstellen des Befehls-
registers COMR sind allgemeingültige Codierungen festge-
legt, die also nicht von einer speziellen ausgewählten
30 Funktionseinheit FUj und deren spezifischen Funktionen
abhängig sind. So läßt sich mit dem Inhalt der nieder-
wertigsten Bitposition (COMR0) des Befehlsregisters COMR
unterscheiden, ob der zwischengespeicherte Befehl für
die angeschlossene Funktionseinheit FUj oder für den
35 Schnittstellenadapter SIA selbst gilt. Die nächsthöhere
Bitposition (COMR1) im Befehlsregister COMR definiert

entweder Steuer- und Eingabe- oder Lesebefehle. Im vor-
gegebenen Beispiel gemäß Fig. 4, bei dem auf die Befehls-
sendung CMD eine Leerrahmensendung BLK folgt, muß also
der Zustand dieser Bitposition im Befehlsregister COMR
5 die nachfolgende Datensendung definieren.

Die Endesequenz ES der Befehlssendung CMD kennzeichnet
nicht nur das Sendungsende, aus ihr wird auch, wenn
kein Übertragungsfehler vorliegt, mit dem Strobegene-
10 rator SG der erste Strobeimpuls SCOM gemäß Gleichung (3)
abgeleitet und damit der Inhalt des Befehlsregisters
COMR gegenüber der angeschlossenen Funktionseinheit FUj
als Wartungsbefehl gültig. Fig. 4 zeigt in den letzten
beiden Zeilen, daß diese Befehlssendung begleitet mit
15 dem Eingangstaktsignal CLI zum Wartungsprozessor SVP
wieder zurückübertragen wird.

Die anschließende Sendung des Wartungsprozessors SVP
ist allgemein betrachtet, eine Datensendung, hier mit
20 der Besonderheit, daß im Textteil TX eine Folge von
Informationselementen "ø" übertragen wird. Aus der Kopf-
sequenz KS dieser Sendung wird mit dem Strobegenerator
SG im Schnittstellenadapter SIA der zweite Strobeimpuls
STRANS abgeleitet. Er ermöglicht einen parallelen
25 Transfer des Inhalts eines durch den Wartungsbefehl im
Befehlsregister COMR definierten Registers der Funktions-
einheit FUj in ein als Schieberegister ausgebildetes
Ausgangsregister. Die so bereitgestellte Information
wird dann seriell über die Leitung für das Datensignal
30 DTOSVP mit dem weiteren Strobeimpuls SSHIFT für bit-
serielle Datenein- bzw. Datenausgabe als Schiebeimpuls
in den Schnittstellenadapter SIA übertragen. Dieser
dritte Strobeimpuls SSHIFT wird gemäß Gleichung (5)
gebildet. Begleitet wird diese serielle Datenübernahme
35 von dem Schiebeimpuls SHIFT gemäß Gleichung (6).

-28-
-23-

VPA 78 P 2071 BRD

Wenn mit der der Leerrahmenendung BLK vorausgegangenen Befehlssendung CMD das Lesen einer Statusmeldung definiert wurde, dann werden zunächst die Statussignale STATØ bis STAT7 der Funktionseinheit FUj zusammen mit dem internen
5 Statussignal STAT8 des Schnittstellenadapters SIA parallel übernommen und im Statusregister STAR gespeichert. Diese neun Informationselemente werden dann seriell in den Textteil TX der Leerrahmenendung BLK eingesetzt und so als Datensendung zum Wartungsprozessor SVP gesendet.

10

Aus der Endesequenz ES einer Datensendung wird im Schnittstellenadapter SIA der weitere Strobeimpuls SDAT gemäß Gleichung (7) am Ende einer Dateneingabe- oder Datenausgabe abgeleitet. Mit diesem Strobeimpuls SDAT kann die
15 angeschlossene Funktionseinheit FUj z. B. den Inhalt des Eingangsschieberegisters über einen Parallelbus in das eigentliche Zielregister transferieren.

Um die Funktion des Schnittstellenadapters SIA noch mehr
20 zu verdeutlichen, ist in Fig. 5 ein Beispiel für eine Funktionseinheit FUj dargestellt. Diese enthält einen aus mehreren Registern A-REG, B-REG, C-REG aufgebauten Registersatz, der über ein Bus-System ladbar bzw. lesbar ist. Diesem Registersatz ist eine Bus- und Registersteuer-
25 einheit BRC zugeordnet. Sie wird durch einen Betriebs-taktzähler CLK getaktet und empfängt z. B. aus einem nicht dargestellten Mikroprogrammspeicher Steuersignale CTROL zur Registeradressierung.

30 An das Bussystem BUS ist außerdem ein Ein-/Ausgaberegister S-REG mit parallelen Ein- bzw. Ausgängen angeschlossen. Es ist als Schieberegister ausgebildet, seinem seriellen Eingang wird das Datensignal DFRSVP über die Schnittstelle FIF zum Schnittstellenadapter SIA zugeführt,
35 während an seinem seriellen Ausgang das Datensignal DTOSVP über die Schnittstelle FIF zum Schnittstellenadapter

SIA abgegeben wird. Dieses Ein-/Ausgaberegister S-REG ist bei Wartungsoperationen als Serien-Parallel-Wandler bzw. als Parallel-Serien-Wandler wirksam.

- 5 Wenn vom Wartungsprozessor SVP über den Schnittstellenadapter SIA eine Befehlssendung CMD abgegeben wird, mit der z. B. die Operation "Register Lesen" definiert ist, dann wird dieser Befehl über die mit dem ersten Strobeimpuls SCOM für gültig erklärten Befehlssignale COMRi
- 10 zur Bus- und Registersteuereinheit BRC übertragen. Dieser durch die Befehlssignale COMRi definierte Wartungsbefehl setzt sich gegenüber der betriebsmäßigen Registeradressierung mit den Steuersignalen CTROL durch und definiert ein Quellenregister, z. B. A-REG. Das Zielregister ist in je-
- 15 dem Fall das Ein-/Ausgaberegister S-REG. Der Inhalt des durch den Wartungsbefehl definierten Quellenregisters wird vom Bussystem BUS mit dem zweiten Strobeimpuls STRANS getaktet in das Ein-/Ausgaberegister S-REG übernommen.
- 20 In Fig. 5 ist angedeutet, daß dieser Strobeimpuls parallel zu dem dritten Strobeimpuls für bitserielle Datenein- bzw. Datenausgabe SSHIFT über ein zweites ODER-Glied dem Ein-/Ausgaberegister S-REG über die Schnittstelle FIF vom Schnittstellenadapter SIA zugeführt wird.
- 25 Nun wird das Ein-/Ausgaberegister S-REG durch den über die Schnittstelle FIF zugeführten Schiebeimpuls SHIFT auf einen Funktionszustand "Schieben rechts" umgestellt. Damit können die in dem Ein-/Ausgaberegister S-REG ent-
- 30 haltenen Daten bitweise als Datensignale DTOSVP, getaktet durch den dritten Strobeimpuls SSHIFT, zum Schnittstellenadapter SIA und von da aus zum Wartungsprozessor SVP übergeben werden. In Fig. 5 ist angedeutet, daß diese Daten über den zweiten Multiplexer MX2 des Schnittstellenadapters
- 35 SIA als Datensignale DFRSVP vom Wartungsprozessor zur Funktionseinheit wieder in das Ein-/Ausgaberegister S-REG

übertragen werden, so daß damit der Inhalt dieses Registers restauriert wird.

Der Wartungsprozessor SVP kann jedoch auch bestimmte Bit-
5 muster in ein ausgewähltes Register der Funktionseinheit
FUJ übertragen. Eine derartige Operation leitet der Wartungs-
prozessor SVP mit einer Befehlssendung CMD "Register laden"
ein. Auch in diesem Fall wird der im Berehlsregister COMR des
Schnittstellenadapters SIA zwischengespeicherte Wartungs-
10 befehl einschließlich der Registeradresse über die Leitungen
für die Befehlssignale COMRi zur Bus- und Registersteuer-
einheit BRC mit dem ersten Strobeimpuls SCOMR übergeben.
Danach wird in diesem Fall zunächst das Ein-/Ausgabereg-
ister vom Schnittstellenadapter SIA her mit dem Schiebe-
15 impuls SHIFT auf den Funktionszustand "Schieben rechts" um-
geschaltet. Damit können die von Wartungsprozessor SVP
übertragenen Daten bitweise als Datensignale DFRSVP in das
Ein-/Ausgaberegister S-REG, gesteuert durch den dritten
Strobeimpuls SSHIFT, eingeschrieben werden. Mit den von
20 der Bus- und Registersteuereinheit BRC übernommenen
Befehlssignalen ist auch die Zielregisteradresse definiert,
die sich gegenüber der betriebsmäßigen Registeradressierung
durchsetzt. In diesem Fall ist das Quellenregister das
Ein-/Ausgaberegister S-REG. Die Übernahme dieses Register-
25 inhalts vom Bussystem BUS in das ausgewählte Zielregister
z. B. B-REG wird durch den vierten Strobeimpuls SDAT ge-
taktet. .

Mit diesem Beispiel dürfte wohl nun deutlich sein, wie auch
30 bei anderen Funktionseinheiten der Datenverkehr bei Wartungs-
operationen über den Schnittstellenadapter SIA mit Hilfe
der Strobeimpulse SCOMR, STRANS, SSHIFT bzw. SDAT zu
steuern ist. Gerade in bezug auf die Ausbildung der Funktions-
einheiten ist hier die Schaltungsstruktur sehr flexibel. So
35 könnte z. B. das Ein-/Ausgaberegister S-REG auch für den
Normalbetrieb verwendet werden, da der Wartungszustand ei-

nem Stopzustand der Funktionseinheit entspricht. Dann müßte aber auch vom Wartungsprozessor SVP her das Ein-/Ausgaberegister S-REG über die Befehlssignale COMR1 explizit adressiert werden können.

5

Weiterhin wäre denkbar, das Ein-/Ausgaberegister in zwei Register zu teilen, von denen das eine als Eingabe-, das andere als Ausgaberegister dient. Dabei ist aber zu berücksichtigen, daß der sogenannte "Hardcore", also der für Wartungsoperationen auch im Fehlerfall noch funktionsfähig bleibende Hardwareumfang, dann wiederum vergrößert ist.

Weiterhin läßt sich bei dieser Schaltungsstruktur festlegen, welche Signale als Statussignale einer Funktionseinheit FUj im Schnittstellenadapter SIA gespeichert werden sollen. Diese Signale können vom Wartungsprozessor SVP gelesen werden, ohne daß interne Ressourcen der Funktionseinheit dafür benötigt werden, sie können also auch im nicht normalen Betriebsfall ermittelt werden. Der Schnittstellenadapter SIA bietet darüber hinaus die Möglichkeit, in Ausnahmefällen durch extern angeschaltete Schieberegister das Befehlsregister COMR oder das Statusregister STAR zu verbreitern.

Wenn paritätsgesicherte Register oder Speicher über paritätsgesicherte Busse geladen oder gelesen werden sollen, ist es sinnvoll, im Regelfall das Ein-/Ausgaberegister S-REG so aufzubauen, daß beim bitseriellen Lesen vor jeweils 8 Datenbits das zugehörige Paritätsbit herläuft. Denn in diesem Fall können vom Wartungsprozessor SVP hardwaremäßig beim Laden die Paritätsbits generiert werden bzw. beim Lesen geprüft werden. Bei einer anderen Anordnung ist nur eine Übertragung von und zum Wartungsprozessor im Transparentmodus möglich, bei dem alle Datenbits gleich behandelt werden. Der Transparentmodus allerdings ermöglicht auch,

2842603

- 32 -
- 27 -

VPA

78 P 2071 BRD

daß Paritätsbits, softwaregesteuert, in Registern beliebig verändert werden können, dies ist für Diagnosezwecke durchaus von Bedeutung.

5 5 Figuren

12 Patentansprüche

030014/0519

Die Erfindung bezieht sich auf eine Schnittstelle (SI, SIA) zwischen einem Wartungsprozessor (SVP) und einer Mehrzahl von zu testenden Funktionseinheiten (FUj) eines datenverarbeitenden Systems.

Jede zu testende Funktionseinheit (FUj) ist über einen identischen Schnittstellenanschluß (SI) geringer Datenbreite mit dem Wartungsprozessor (SVP) verbunden, der alle Wartungsoperationen steuert und dafür nur noch eine geringe Funktionsfähigkeit der zu testenden Funktionseinheit im Fehlerfall voraussetzt. Über den Schnittstellenanschluß (SI) werden vom Wartungsprozessor (SVP) als Datenausgangssignale (DAO)codierte Informationen, begleitet von Ausgangstaktsignalen (CLO), bitseriell in einem gesicherten Übertragungsverfahren übertragen und in einer jeder Funktionseinheit (FUj) zugeordneten Schnittstellenadapter (SIA) empfangen und decodiert. Dieser erzeugt ein abgeleitetes Eingangstaktsignal (CLI) und überträgt damit die empfangenen Informationen als Dateneingangssignale (DAI) zurück zum Wartungsprozessor (SVP). Über eine interne Schnittstelle (FIF) zur Funktionseinheit (FUj) erfolgt der Datenaustausch mit dieser Einheit. Im Schnittstellenadapter (SIA) werden dazu aus den Datenausgangssignalen (DAI) abgeleitete Strobeimpulse (z. B. SCOM oder SDAT) erzeugt. Nur Notsignale, ein Anforderungssignal (SRQ) an den Wartungsprozessor (SVP) bzw. ein Rücksetzsignal (RES) des Wartungsprozessors (SVP) werden uncodiert übertragen, da sie nur noch ein Minimum an Funktionsfähigkeit voraussetzen dürfen.

Die Schnittstelle (SI, SIA) eignet sich insbesondere für komplexe EDV-Systeme mit einer Vielzahl von zu testenden Funktionseinheiten (FUj), sie ist dabei trotz des geringen Aufwandes bei hoher Fehlersicherheit sehr flexibel einsetzbar.

Liste der Bezugszeichen

78 P 2071 BRD

Fig. 1

FU1...FUj	Funktionseinheiten der datenverarbeitenden Anlage
SVP	Wartungsprozessor
SI	Schnittstellenanschluß
PSC	Koordinatorschaltung
SIP	Ein-/Ausgabeter des Wartungsprozessors
SIM	Schnittstellenmultiplexer
T	Übertragerbaustein
SIA	Schnittstellenadapter
CLO	Ausgangstaktsignal
DAO	Datenausgangssignal
RES	Rücksetzsignal
CLI	Eingangstaktsignal
DAI	Dateneingangssignal
SRQ	Anforderungssignal zum Rücksetzen

Fig. 2

L	Niedrigpegel
H	hoher Pegel
S	Sonderzeichen
t1	Impulsdauer
t2	Impulsperiode
t3	Zeit für den Vorlauf im Datensignal
t4	" " " Nachlauf " "
KS	Kopfsequenz
TX	Textteil
ES	Endesequenz
CMD	Befehlssendung
DTS	Datensendung
BLK	Leerrahmensendung

Fig. 3

CTU	Zeitsteuereinheit
IOU	Ein-/Ausgabeeinheit
ERU	Fehlererkennungseinheit

NOR1

1. NOR-GL 14/0519

ERR	Fehlersignal
SFF	Satz von Zustandsflipflops
SG	Strobegenerator
FIF	Schnittstelle zur Funktionseinheit
SHIFT	Schiebeimpuls
DIP	Datenempfangsschaltung
COMR	Befehlsregister
COMR1...COMR15	Befehlssignale
MX1	1. Multiplexer
DFRSVP	Datensignal vom Wartungsprozessor zur Funktionseinheit
DOP	Datensendeschaltung
DTOSVP	Datensignal zum Wartungsprozessor von der Funktionseinheit
STAT0...STAT7	Statussignale der Funktionseinheit
STAR	Statusregister
STAT8	Statussignal des Schnittstellenadapters
WAIT	Steuersignal für einen Wartezustand
ENW	Fehlererkennungsnetzwerk
EFF1	1. Fehlerflipflop
OR1	1. ODER-Glied
EFF2	2. Fehlerflipflop
RTOSVP	Anforderungssignal an den Wartungsprozessor durch eine Funktionseinheit
STARTE	Eingangssignal für Prüfbus

Fig. 4

SCOM	1. Strobeimpuls (Inhalt Befehlsregister gültig)
STRANS	2. Strobeimpuls (Paralleltransfer in Schieberegister der Funktionseinheit)
SSHIFT	3. Strobeimpuls für bitserielle Datenein- bzw. Datenausgabe
SDAT	4. Strobeimpuls (Parallelübernahme)

Fig. 5

A-REG	}	Registersatz einer Funktionseinheit
B-REG		
C-REG		
BUS		Bussystem
BRC		Bus- und Registersteuereinheit

2842603

78 P 2071 BRD

- 36 -

~~5~~

CLK	Betriebstakt
CTROL	Steuersignale zur Registeradressierung
S-REG	Ein-/Ausgaberegister
OR2	2. ODER-Glied

-37-
Leerseite.

FIG 3

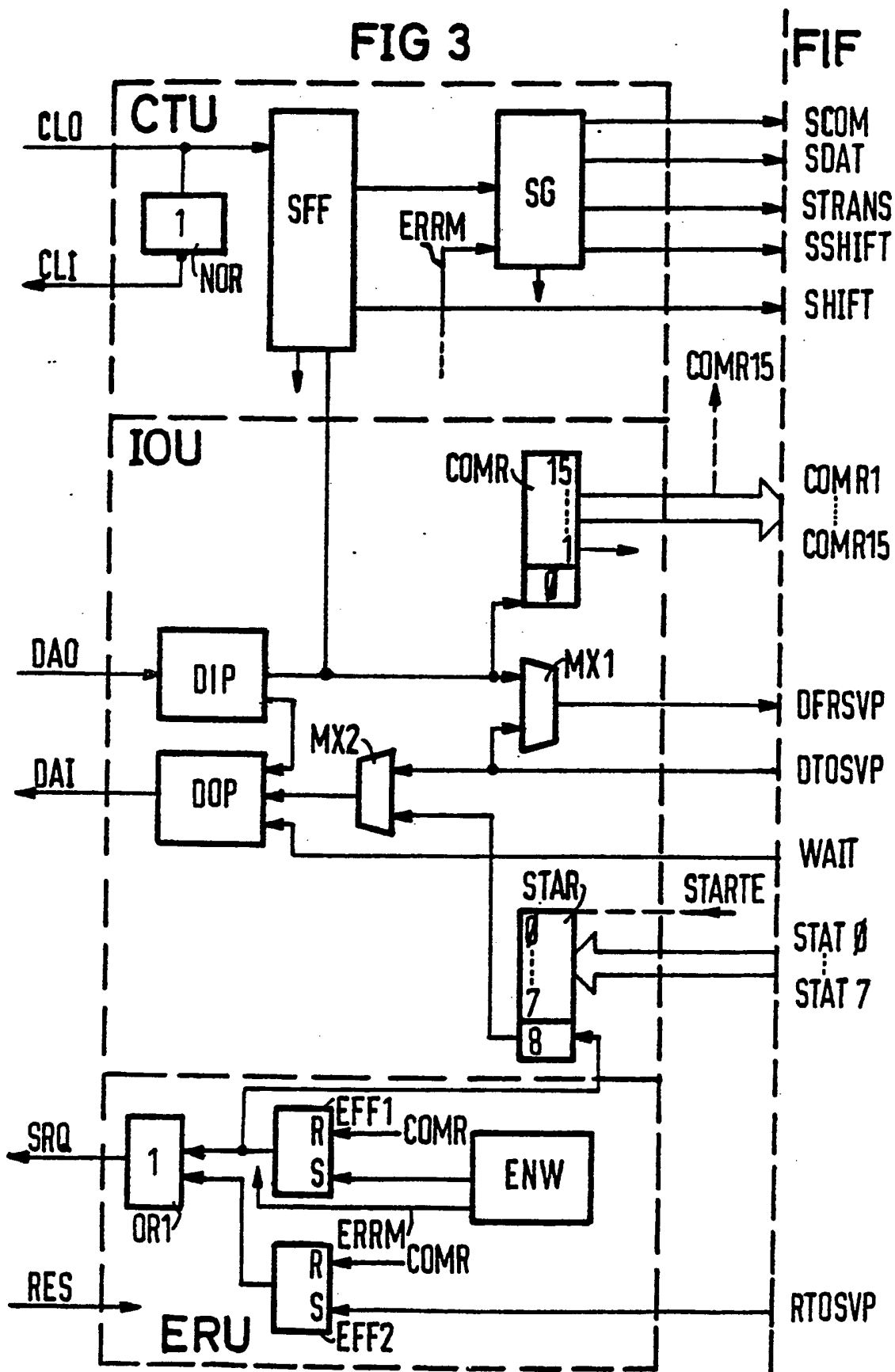


FIG 4

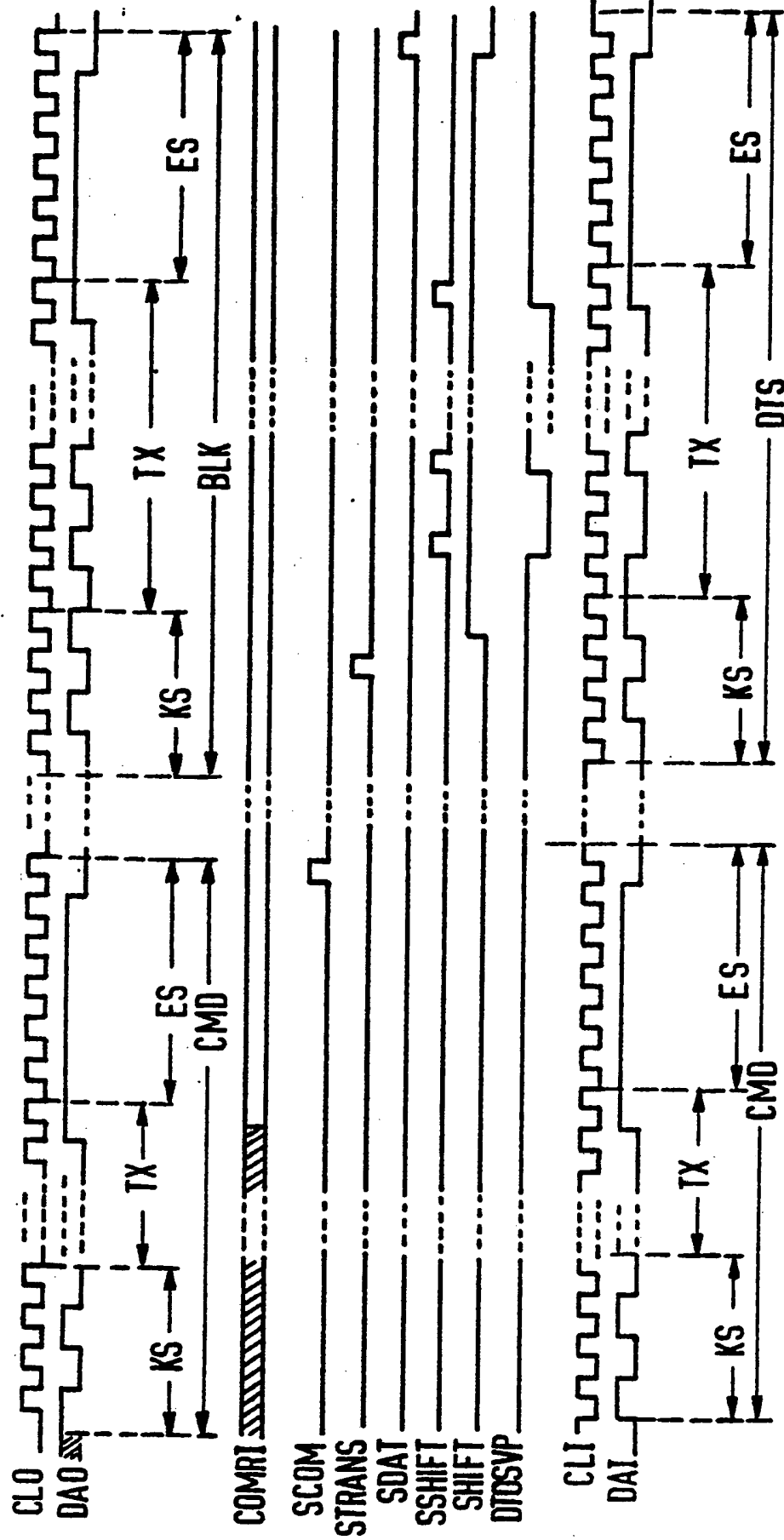


FIG 5

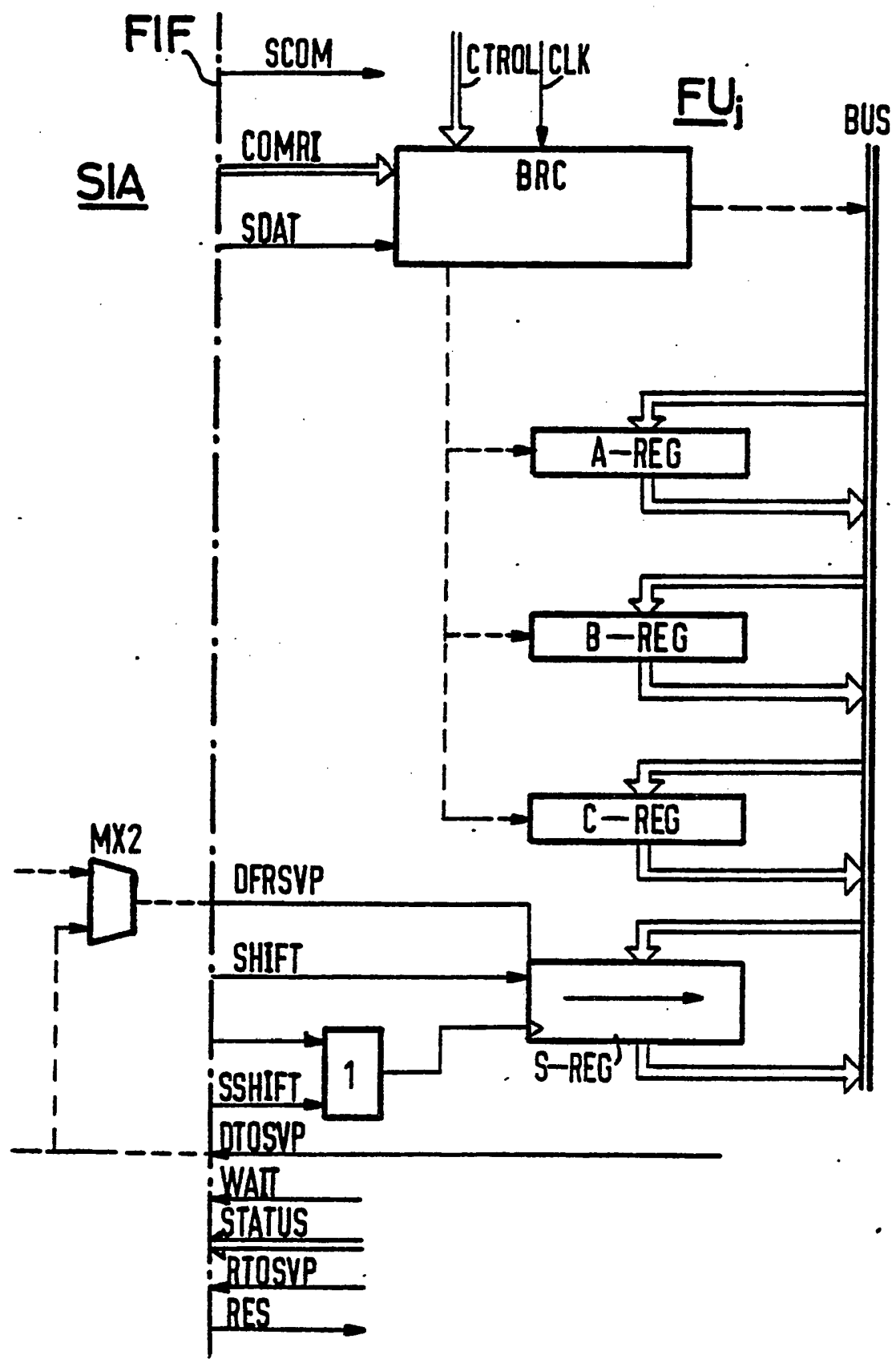


FIG 1

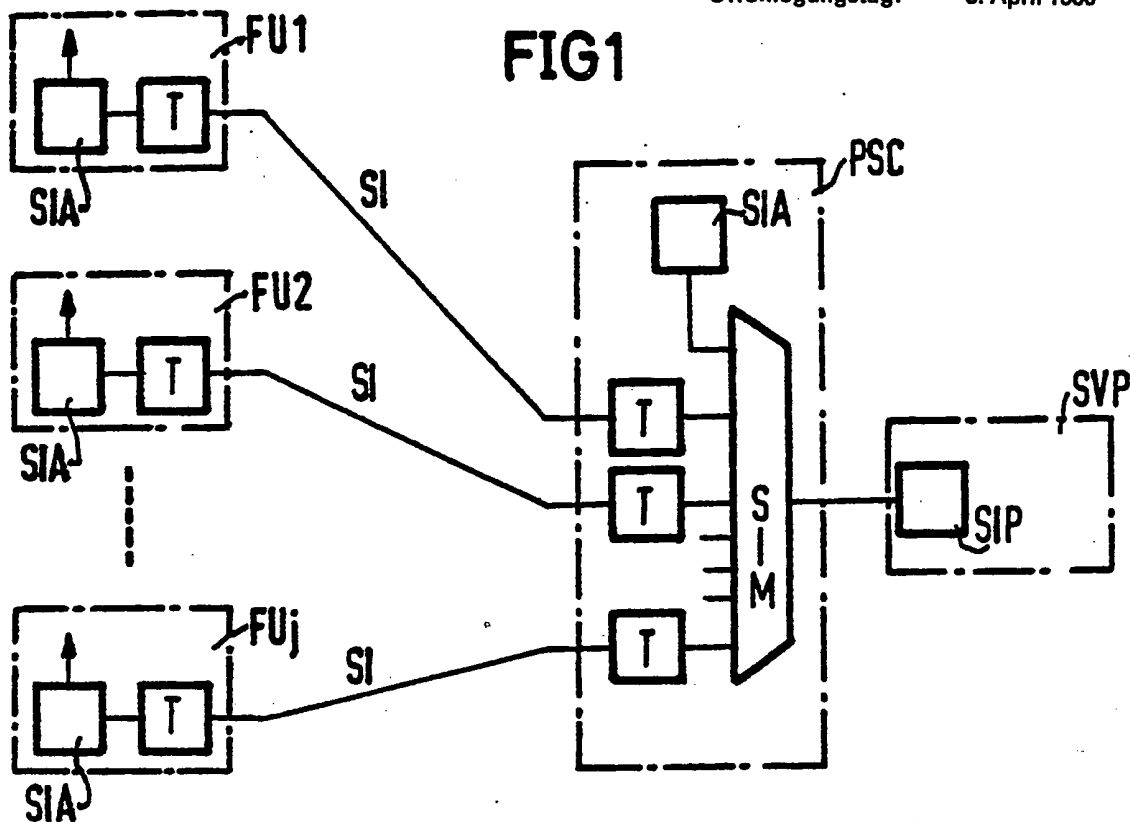


FIG 2

